

# KOBELCO

## KOBELCOグループの製鉄工程における CO<sub>2</sub> 低減ソリューション

-高炉工程でのCO<sub>2</sub>排出量を  
25%削減できる技術の実証に成功-

2023年10月17日  
株式会社 神戸製鋼所

---

# 1. ▶ はじめに

2. 今回実証した技術の概要

3. 実証に成功した技術成果の詳細

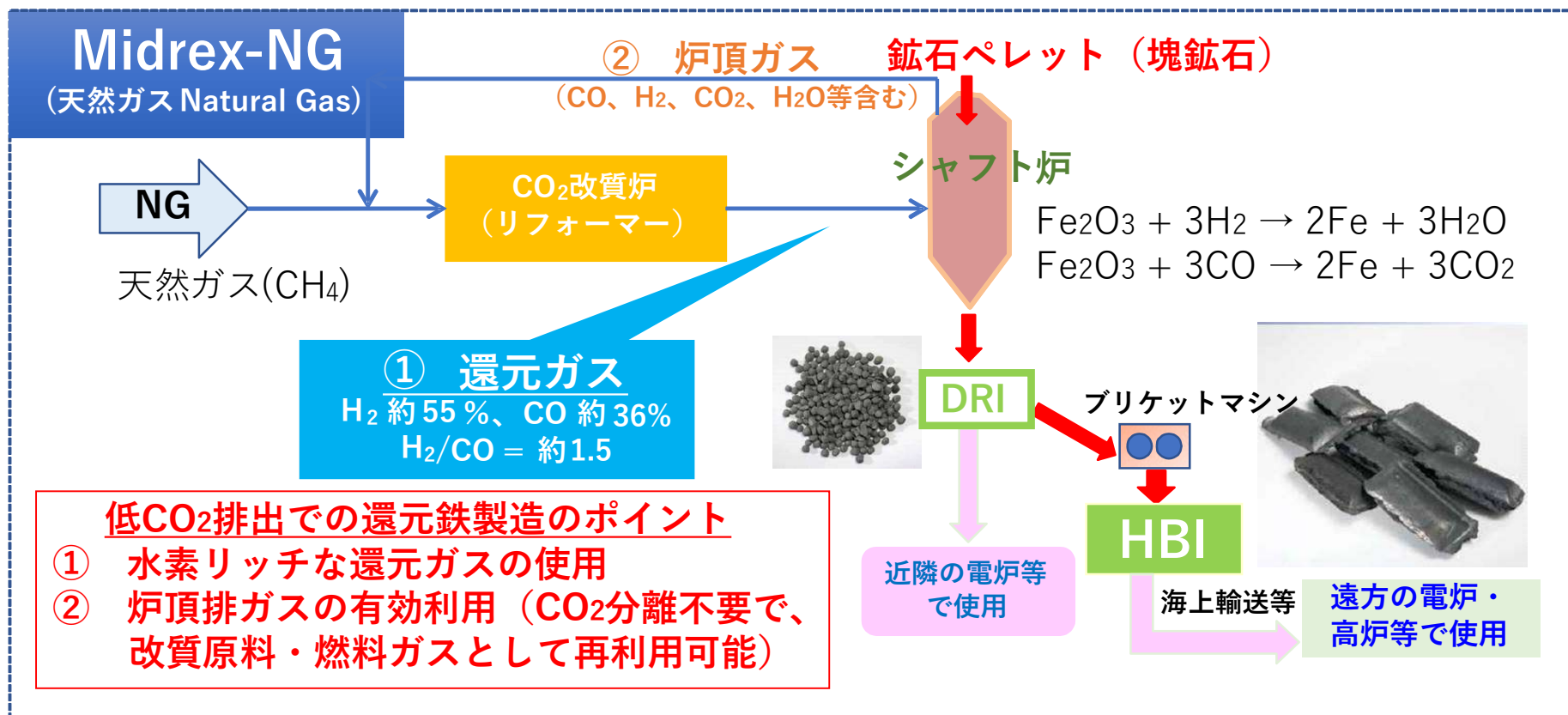
4. まとめ

## 1. はじめに

- 当社は、多様な事業を営む企業としての強みを活かして、エンジニアリング事業と鉄鋼事業の技術を融合し、実機大型高炉（4,844m<sup>3</sup>）において世界最高水準となるCO<sub>2</sub>削減効果25%※の実証試験に成功しました。 ※高炉単体、SCOPE1+2のCO<sub>2</sub>削減量
- 2021年2月に当社が公表した「KOBELCOグループの製鉄工程におけるCO<sub>2</sub>低減ソリューション」での実証結果（CO<sub>2</sub>削減約20%）を大幅に上回る結果であり、極めて先進的な技術です。
- 当社グループは、今回の実機実証の成功も含めて、生産プロセスにおける2030年のCO<sub>2</sub>排出削減目標の実現に向けた取り組みを着実に進展させて参ります。

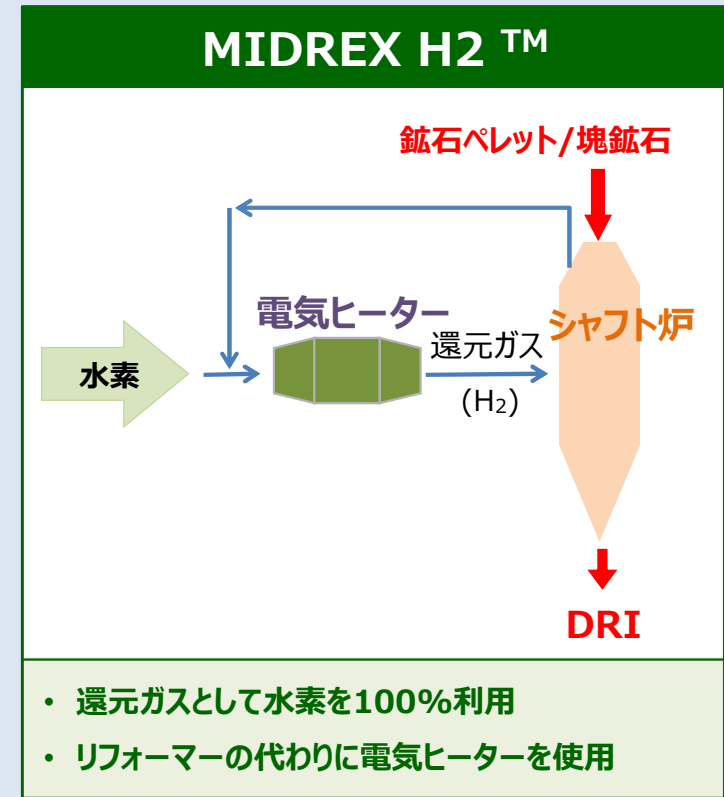
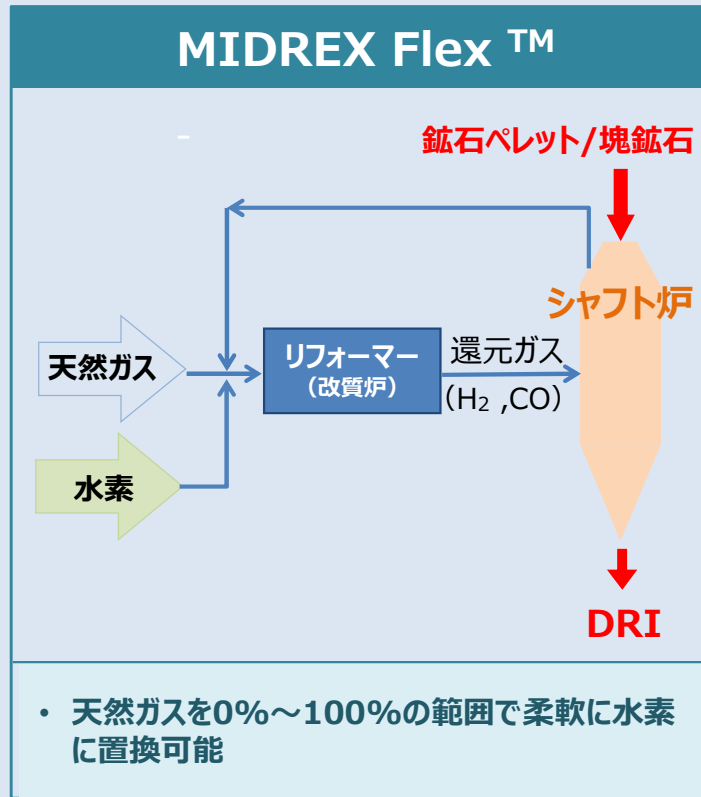
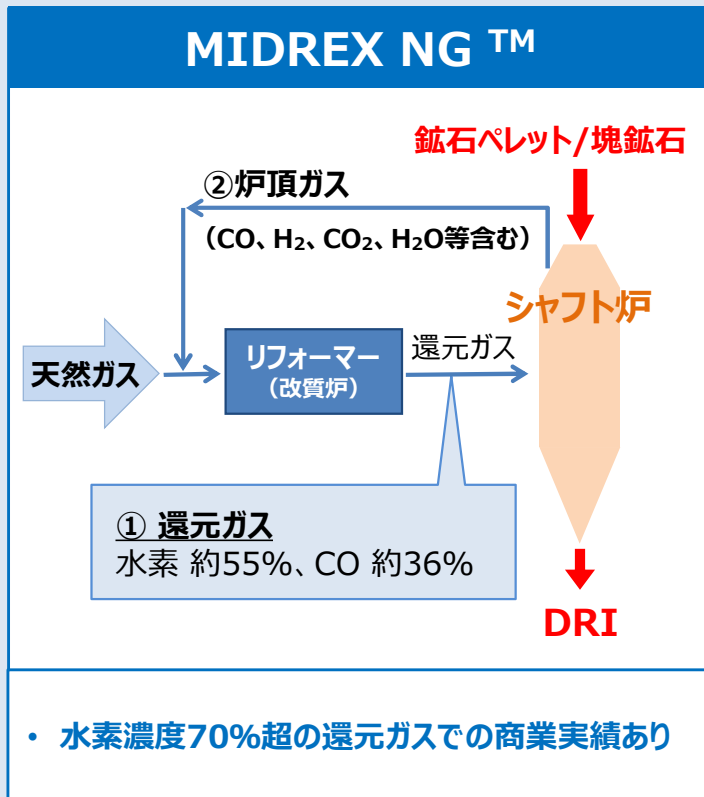
# 1. MIDREX®プロセスとHBIについて①

- MIDREX® プロセス：天然ガスを改質した還元ガス（H<sub>2</sub> 約55%、CO 約36%）で、鉄鉱石を直接還元する還元鉄（DRI、HBI）の製造プロセス。
  - DRI（Direct Reduced Iron）：鉄分が約90%の清浄鉄源。高級スクラップや銑鉄の代替品として、電炉、高炉、転炉等で幅広く使用される。
  - HBI（Hot Briquetted Iron）：海上等の長距離輸送用にDRIを押し固めたもの。
- 高炉と比べて、20～40% CO<sub>2</sub>排出量が少ない。
- 世界で90基以上の納入実績があり、世界の還元鉄生産量（天然ガスベースの直接還元鉄）の約80%を占める。



# 1. MIDREX<sup>®</sup>プロセスとHBIについて②

カーボンフリー水素の導入が進む地域にもフレキシブルに対応可能であり、  
トランジション期間においても最適なソリューションを提供



## 低CO<sub>2</sub>排出での還元鉄製造のポイント

- ① 水素リッチな還元ガスの使用
- ② 炉頂排ガスの有効利用 (CO<sub>2</sub>分離不要で改質原料・燃料ガスとして再利用可能)

thyssenkrupp社 (ドイツ)  
向けに受注

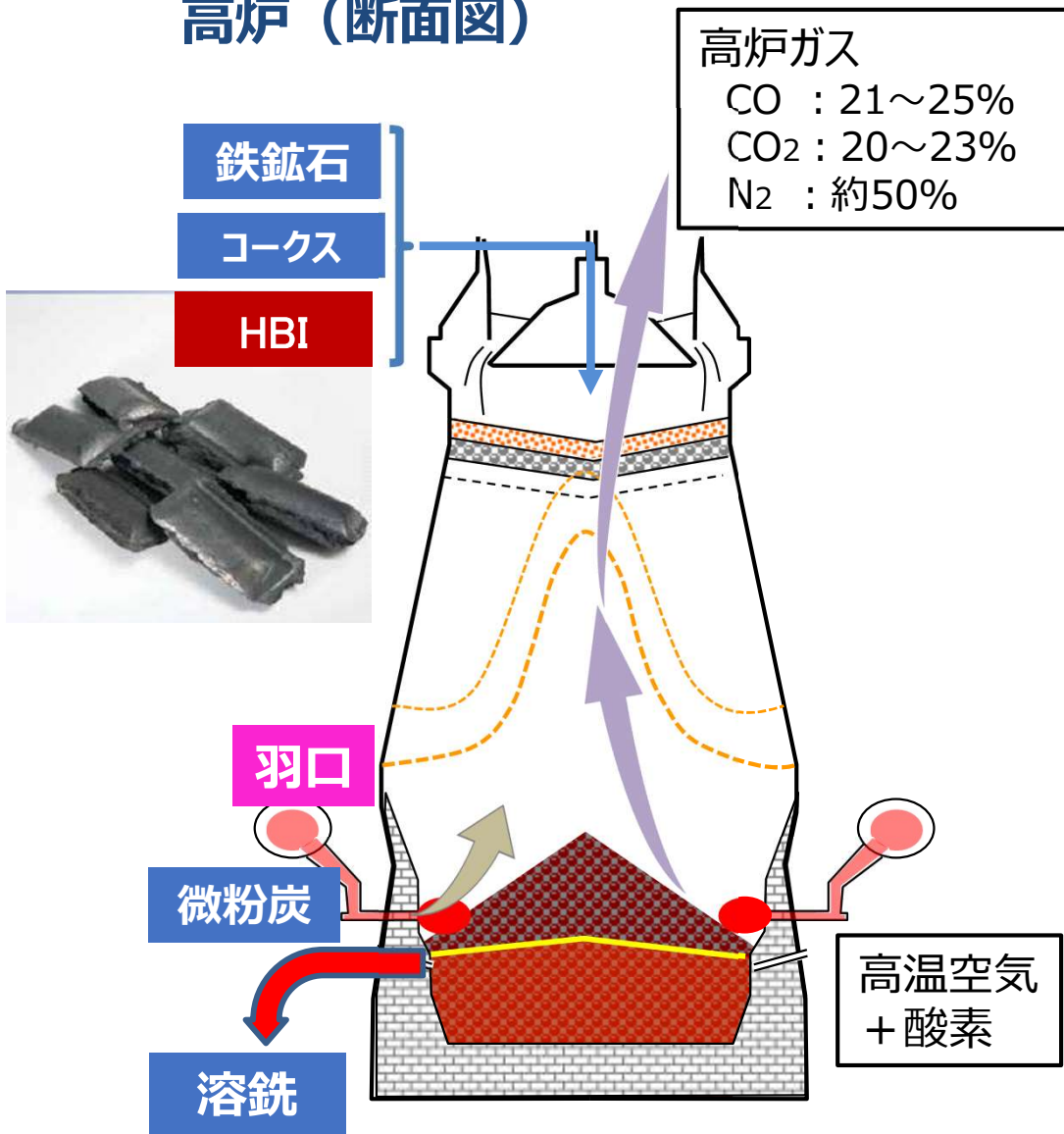
年産能力：250万トン

H2グリーンスチール社 (スウェーデン)  
向けに受注

年産能力：210万トン

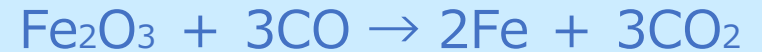
# 1. 高炉プロセスについて

## 高炉（断面図）



## 高炉の機能とは？

### ① 鉄鉱石（酸化鉄）を還元すること



(代表的な酸化鉄)

### ② 鉄を溶融させること（固体 → 液体）



\* 鉄鋼生産で排出する CO<sub>2</sub>の  
約8~9割は高炉工程で発生する

**HBIは還元鉄であり、還元が不要**

鉄鉱石の代わりにHBIを高炉へ装入することで  
高炉へ投入する“C”の量を減らすことができる

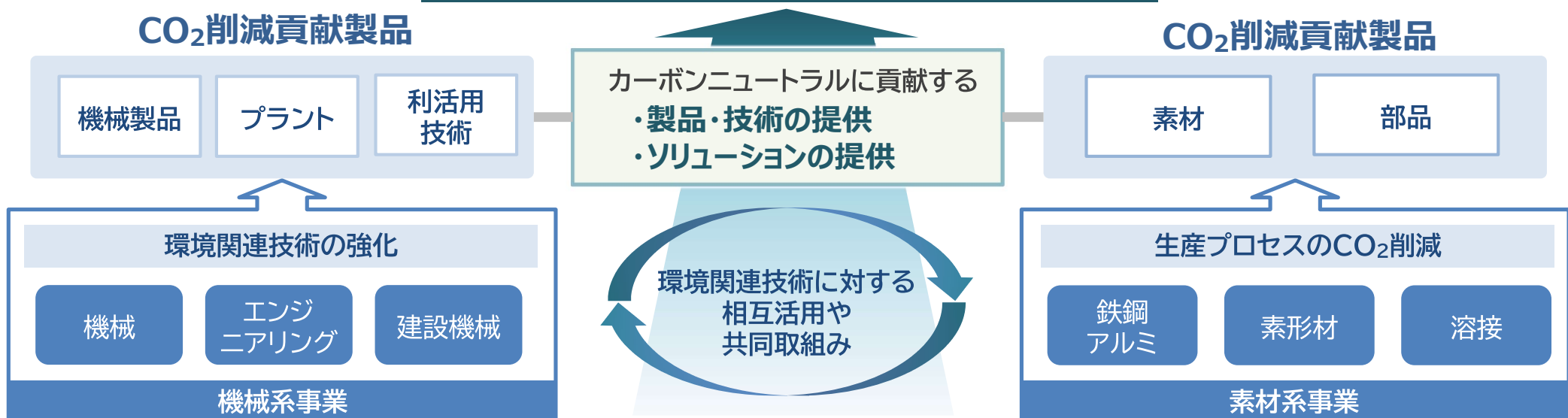
⇒高炉からのCO<sub>2</sub>排出量削減に寄与

# 1. KOBELCOグループのカーボンニュートラルに向けた取り組み

グループの総合力で製品・技術に加えて、ソリューション提供にも取り組んでいます。

	2030年目標	2050年ビジョン
生産プロセスにおける <b>CO<sub>2</sub>削減</b>	<b>30~40%</b> (2013年度比)	カーボンニュートラルへ 挑戦し、達成を目指す
技術・製品・サービスによる <b>CO<sub>2</sub>排出削減貢献</b> (※1)	<b>6,100万t</b> (うちMIDREX®4,500万t以上)	<b>1億t以上</b>

## 【2050年ビジョン】カーボンニュートラルへの挑戦



(※1) 当社グループ独自の技術・製品・サービスを通じて社会の様々な分野でCO<sub>2</sub>排出削減に貢献

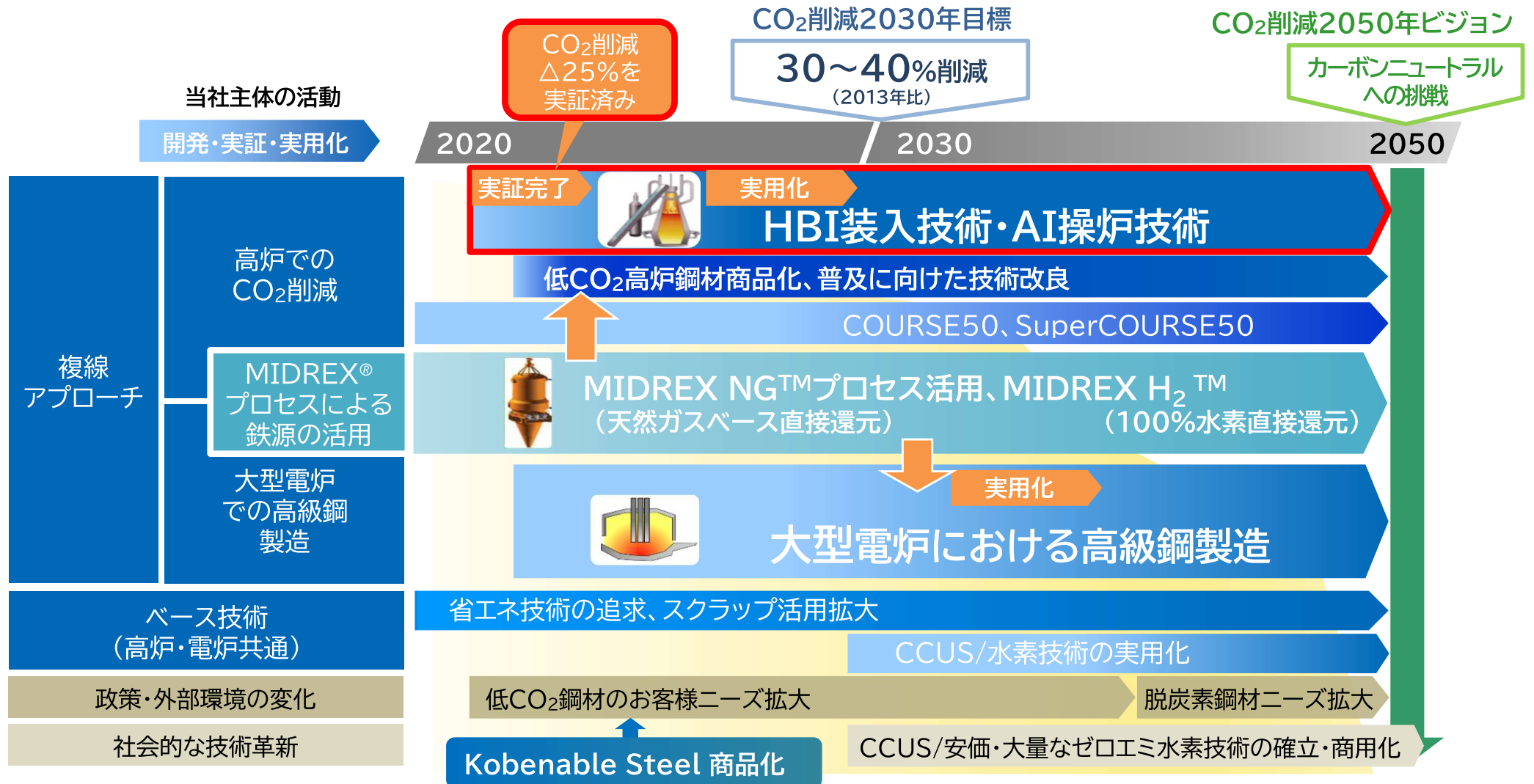
# 1. 製鉄プロセスのカーボンニュートラルへの取組み ①

鉄鋼アルミ

× エンジニアリング

KOBELCO

製鉄プロセスのロードマップについては変更なし。  
GI基金事業なども活用しながら、着実な技術検討に取り組んでいる。





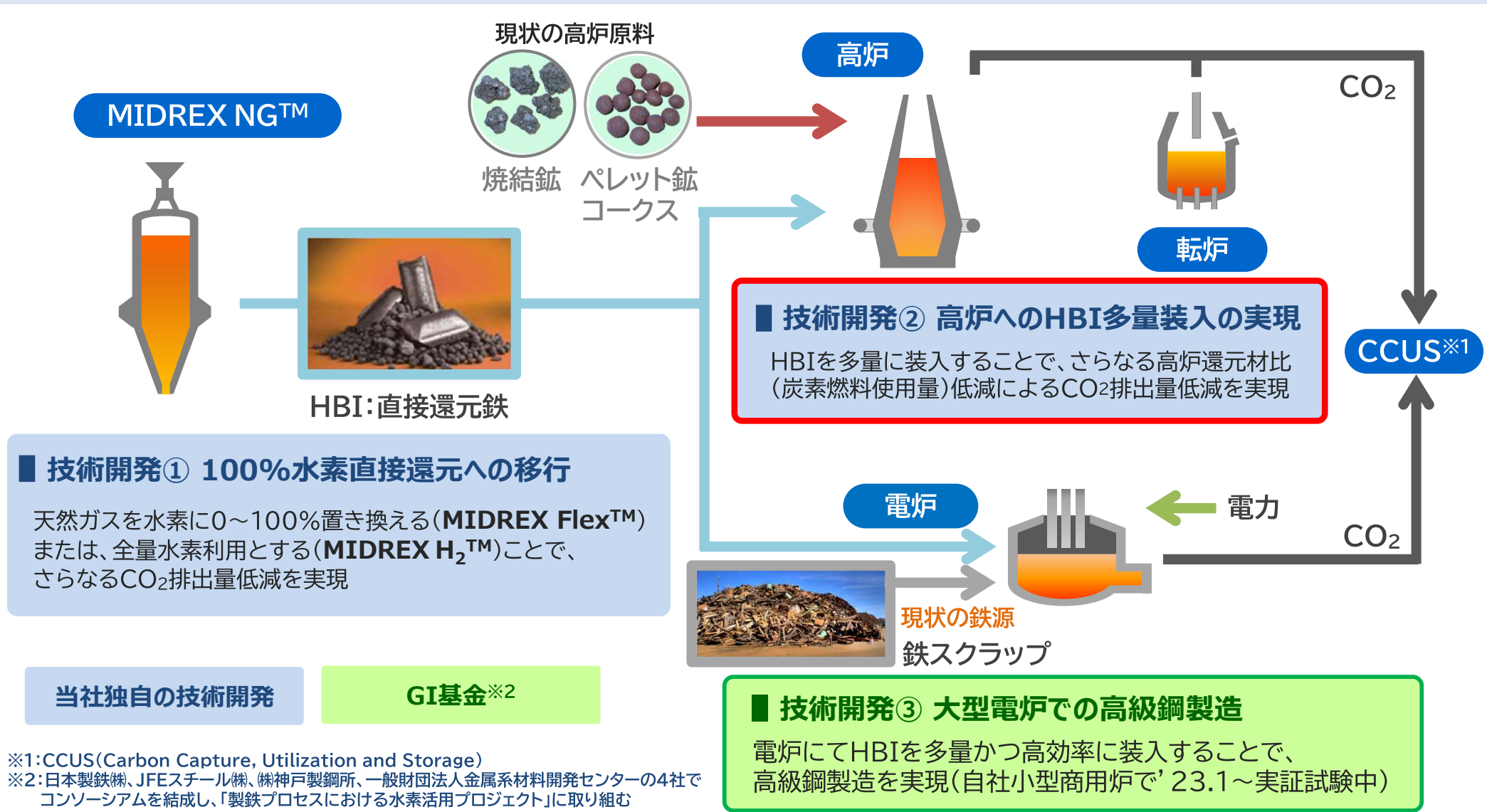
# 1. 製鉄プロセスのカーボンニュートラルへの取組み ②

鉄鋼アルミ

× エンジニアリング

KOBELCO

- **技術開発①** : MIDREX®プロセスによる鉄源は、天然ガスを水素に置き換え還元する技術に移行予定
- **技術開発②** : 当社MIDREX®によるHBI製造技術と高炉でのHBI装入技術を組み合わせ、更なるCO<sub>2</sub>削減を計画
- **技術開発③** : グリーンイノベーション基金(GI基金)に参画し、HBI多量溶解による高級鋼製造技術開発に着手



計画通りに高炉へのHBI装入技術高度化のためのテストを実施。  
引き続き、HBI装入技術の高度化およびHBI装入設備の検討を推進

## 【2050年ビジョン】カーボンニュートラルへの挑戦

<2023年10月公表>

### 製鉄工程における CO<sub>2</sub>低減ソリューション

鉄鋼

×

エンジニアリング

CO<sub>2</sub>25%削減を実証済み

<KOBELCOグループ独自の技術>

MIDREX®

HBI製造技術

×

HBI装入技術の深化

×

AI操炉技術

×

ペレット改質技術

×

衝風制御技術

【2030年目標】  
CO<sub>2</sub>排出量30~40%削減

2026~29年

2022~23年

~2021年

### 高炉へのHBI連続装入の実現

- HBI最大装入技術の実現
- 量産に対応した設備の戦力化

### 高炉へのHBI装入技術の深化

- ① 高炉へのHBI装入技術の高度化
- ② 高炉へのHBI装入設備の検討

### 低CO<sub>2</sub>高炉鋼材の販売

- HBI装入によるCO<sub>2</sub>削減効果を商品化



Kobenable Steel

# 1. 製鉄プロセスのカーボンニュートラルへの取組み ④

鉄鋼アルミ

× エンジニアリング

KOBELCO

国内初の低CO<sub>2</sub>高炉鋼材  
「Kobenable Steel」  
2022年5月から販売開始

様々な事業分野のお客様から高い関心  
グリーンスチールの認知度向上に貢献



Kobenable Steel

自動車

2022年6月

トヨタ自動車様

競技車両「水素エンジンカローラ」のサスペンションメンバーに初採用

競技車両「GR86」のエンジン部品締結ボルトにも採用(2023年7月)

Kobenable Premier

自動車

2022年12月

日産自動車様

日産自動車様の生産する量産車に順次適用

Kobenable Premier

建設

2022年12月

IHI様、三菱地所様、鹿島建設様

「(仮称)豊洲4-2街区再開発計画B棟(東京都江東区豊洲)」新築工事に採用

Kobenable Premier

造船

2023年3月

今治造船様

今治造船様が建造する18万t級バルクキャリアに採用

Kobenable Premier

■ GX実行会議において、2030年に1000万tのグリーンスチール供給の目標が掲げられている。

→ グリーンスチール市場の拡大に向け、当社は率先して取り組んでいく。

(市場拡大のためには、「グリーンスチールの標準化」や「普及に向けた制度設計」などの環境整備も必要)

1. はじめに
2. ▶ **今回実証した技術の概要**
3. 実証に成功した技術成果の詳細
4. まとめ

## 2. 今回実証した技術の概要

# 1. 高炉工程でのCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減できる技術 (実証結果：世界最高水準のCO<sub>2</sub>削減25%に成功)

- ☆ **MIDREX®プロセス**※1の**HBI**※2の多量装入により高炉の**還元材比**※3を大幅に低減。
- ☆ 2020年の実証試験以降、当社独自の**高炉へのHBI装入技術を高度化し、前回比 約1.5倍のHBIを高炉へ装入**することで**多量のCO<sub>2</sub>排出削減**に成功。

※1 **MIDREX®プロセス**：

米国の当社100%子会社ミドレックス社が有する直接還元製鉄法。

※2 **HBI**：還元鉄（DRI）を押し固めたもの。

※3 **還元材比**：高炉で使用する炭素燃料（コークスや微粉炭など）使用量。

## 2. 今回実証した技術の概要

### 2. 確実にかつ安定したCO<sub>2</sub>削減ソリューション

(実機大型高炉で確実にかつ安定的に、多量のCO<sub>2</sub>を削減可能)

- ☆ **当社の高炉操業技術**により還元材およびコークス※4を世界最少水準まで低減。
- ☆ **実機の大型高炉**（内容積：4844m<sup>3</sup>）で安定的かつ早期に、多量のCO<sub>2</sub>を削減できるソリューションの提供が可能となった。

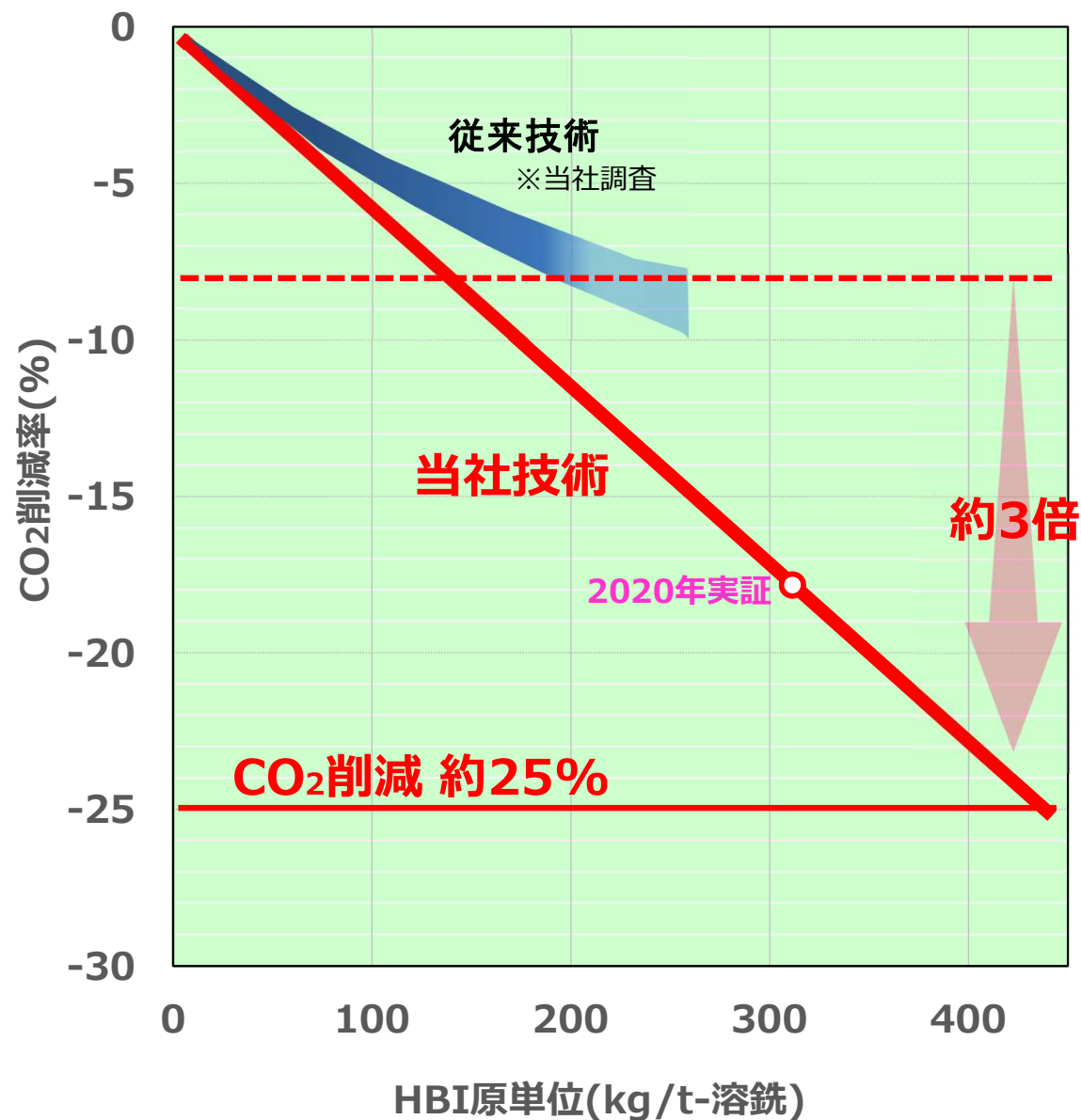
※4 還元材比 = コークス比（高炉でのコークス使用量） + 微粉炭比（高炉へ吹込む微粉炭量）  
コークス比：石炭からつくられた炭素燃料の使用量、微粉炭比：粉砕した石炭の使用量

1. はじめに
2. 今回実証した技術の概要
3. ▶ **実証に成功した技術成果の詳細**
4. まとめ

### 3. 実証に成功した技術成果の詳細

### －高炉工程でのCO<sub>2</sub>削減率－

1. MIDREX<sup>®</sup>プロセスで製造されたHBIを高炉へ多量装入することで、高炉からのCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減。
2. HBIを 440kg/t-溶鉄 使用することで CO<sub>2</sub>排出量を 25%低減（世界最高水準）。  
(還元材比を518→386kg/t 溶鉄へ安定的に低減)
3. 従来より、HBI装入による高炉からのCO<sub>2</sub>排出量削減は試みられていたが、今回、それを遥かに上回る約3倍のCO<sub>2</sub>削減効果を実現。





### 3. 実証に成功した技術成果の詳細

### －還元材比、コークス比の低減効果－

2020年実証の約1.5倍のHBIを高炉へ装入し、世界最少水準となる  
**還元材比 386kg/t-溶銑、コークス比 230kg/tp** を同時達成

	HBI装入量 Kg/t-溶銑	還元材比 Kg/t-溶銑	還元材比 低減量 Kg/t-溶銑	コークス比 Kg/t-溶銑	コークス比 低減量 Kg/t-溶銑
今回 実証	440	<b>386</b> 世界最少水準	<b>132</b>	<b>230</b> 世界最少水準	<b>94</b>
2020年 実証	305	415	103	239	85
従来 <sup>※</sup> 技術	250	443	75	290	34

※当社調査

**従来比 約2倍の還元材比低減**  
 (2020年実証は従来比 約1.4倍)

**従来比 約3倍のコークス比低減**  
 (2020年実証は従来比 約2.5倍)

### 3. 実証に成功した技術成果の詳細

### －キーテクノロジー－

技術課題：HBI多量装入時ならびに**コークス比低減**に伴う  
高炉の不安定現象を克服することが必要不可欠

KOBELCOグループ独自の技術

HBI製造技術

×

MIDREX®

HBI装入技術の深化

×

AI操炉技術

×

ペレット改質技術

×

衝風制御技術

低CO<sub>2</sub>排出 高炉操業技術



CO<sub>2</sub>削減 25%

+

確実かつ安定したCO<sub>2</sub>削減技術

+

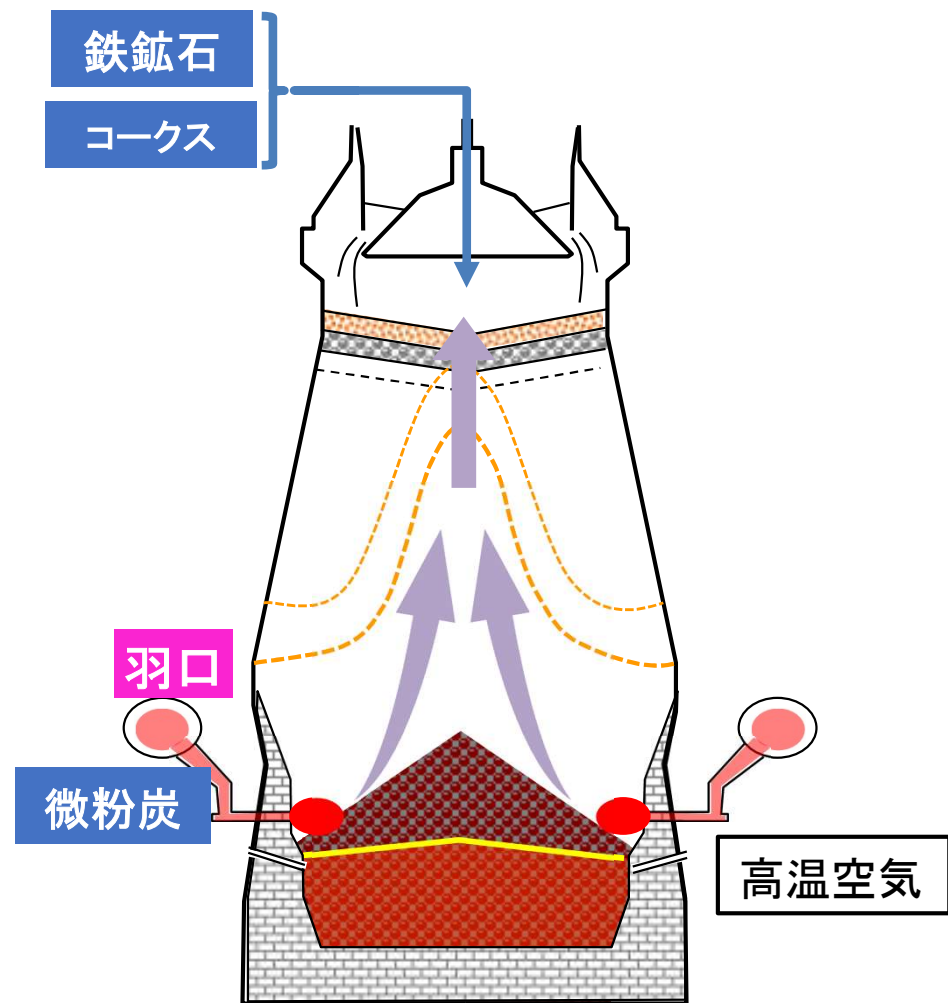
足元からの実用化が可能な技術

### 3. 実証に成功した技術成果の詳細

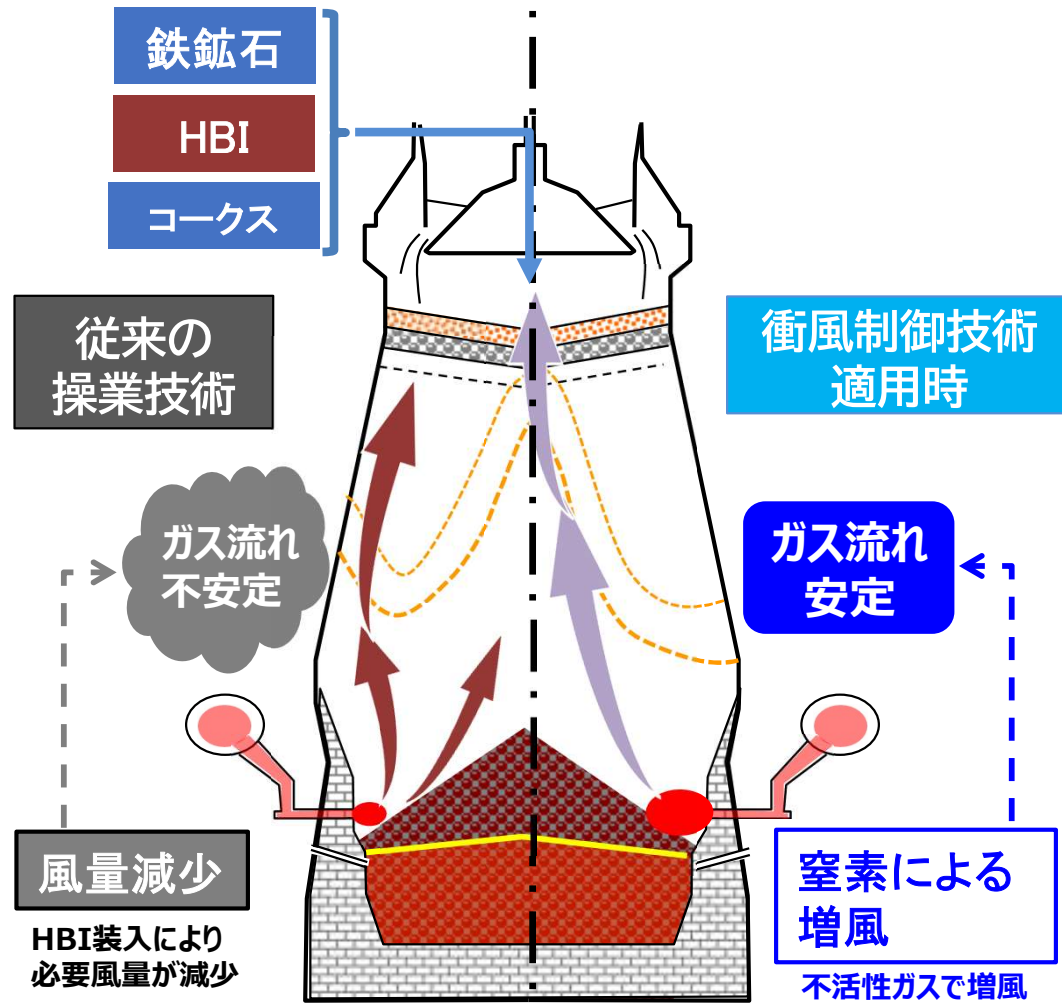
### —キーテクノロジー—

衝風制御技術とは：高炉に吹き込む高温空気の風量、温度、湿度、酸素濃度等を制御する技術

#### 通常操業(HBIなし)



#### HBI多量装入時



1. はじめに
2. 今回実証した技術の概要
3. 実証に成功した技術成果の詳細
4. ▶ **まとめ**

# KOBELCOグループのCO<sub>2</sub>低減ソリューション

- ①高炉工程において、確実かつ安定的に、足元から広く大幅にCO<sub>2</sub>を削減できるソリューションの提供が可能となりました。
- ②当社は今回の実機実証の成功を含め、生産プロセスにおける2030年のCO<sub>2</sub>排出削減目標達成に向け着実に前進しています。
- ③今回の実機実証におけるCO<sub>2</sub>削減効果を活用し※、低CO<sub>2</sub>高炉鋼材“Kobenable Steel”の更なる社会・お客様への普及を図り、増産供給体制の構築を進めて参ります。

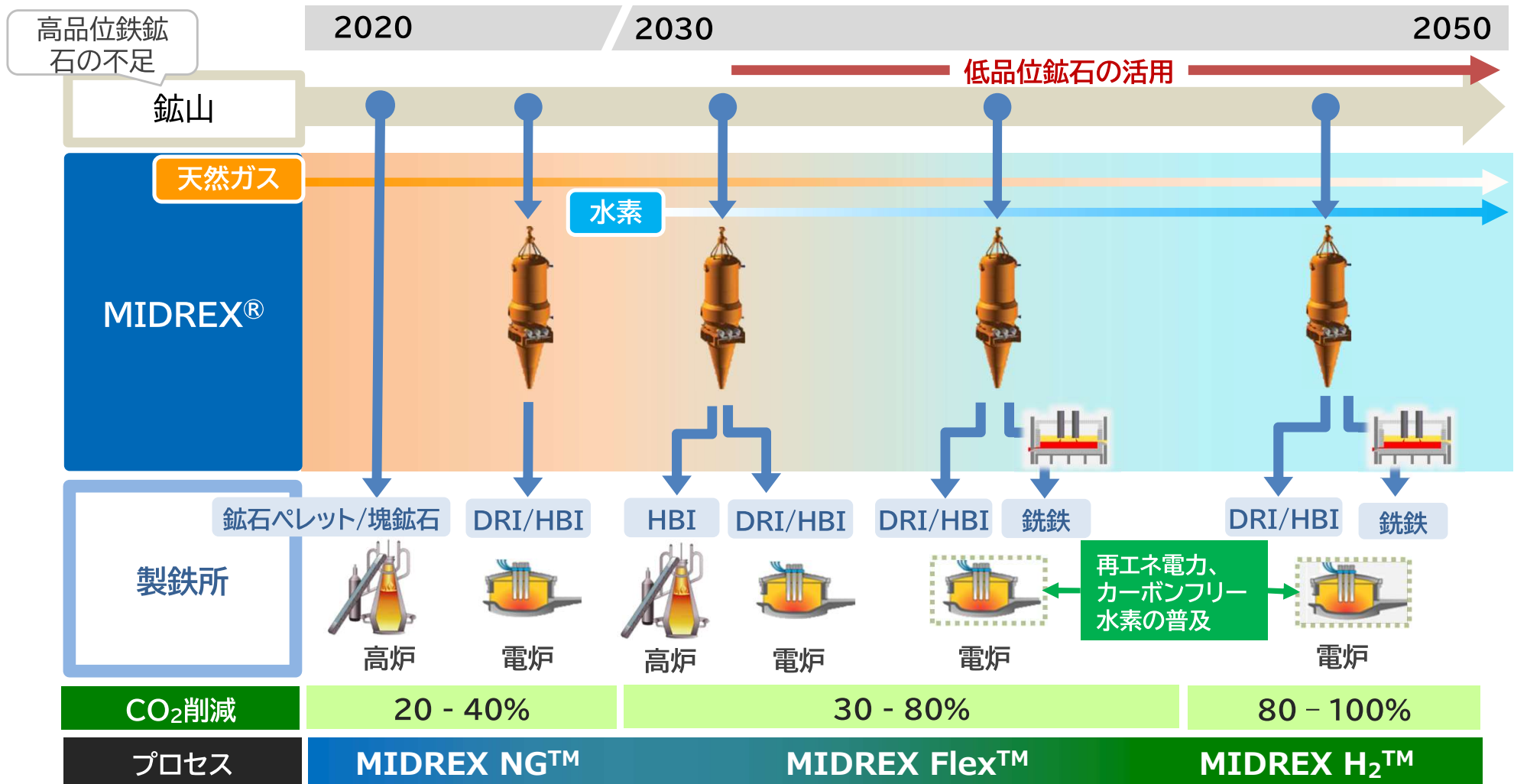
※実証試験におけるCO<sub>2</sub>削減効果について英国認証サービス機関である“DNV BUSINESS ASSURANCE SERVICES UK LIMITED”（DNV社）から第三者認証を取得しております。このCO<sub>2</sub>削減効果を「マスバランス方式」により特定の鋼材に割り当てることで低CO<sub>2</sub>高炉鋼材“Kobenable Steel”を販売いたします。

以下、参考資料

これからカーボンフリー水素の導入が進む地域にもフレキシブルに対応可能であり、  
トランジション期間における最適なソリューションを提供



カーボンニュートラル達成に向けて、短中期～長期 のいずれのステージにおいても  
CO<sub>2</sub>削減ソリューションを提供可能



※1 CO<sub>2</sub>削減量は、導入設備・使用原料等、固有の環境により変化する可能あり ※2 DRI:Direct Reduced Iron ※3 HBI:Hot Briquetted Iron



# オマーン国における低炭素鉄源の事業化検討について

MIDREX®プロセスを活用した直接還元鉄HBIの製造・販売の事業化(低炭素鉄源の事業化)について、三井物産様(以下、三井物産)と共同で検討

神戸製鋼 三井物産

①低炭素鉄源事業の推進  
に関する包括的覚書

オマーン国の特別経済地区を  
管理するOPAZ※1



②ドゥクム特別経済地区の  
土地予約契約

ドゥクム特別経済地区の  
港湾開発・管理を担う  
Port of Duqm Company S.A.O.C.

オマーン国ドゥクム特別経済地区での事業用地確保、天然ガスの割当確保と  
現地関係者の協力体制確立に目途

# オマーン国における低炭素鉄源の事業化検討について

## オマーン国

- 天然ガスが豊富に産出
  - OmanVision2040に基づき再生可能エネルギーやグリーン水素の供給がエネルギー政策の柱の一つとなっている。
- 今後のグリーン化の観点からも低炭素鉄源事業に理想的な立地



## MIDREX®プロセス

- 還元剤として天然ガス～水素への移行も視野に入れた直接還元製鉄プロセス。
- トランジション期間での対応も可能な、今後のグリーン化に最適な製鉄プロセス

MIDREX®プロセスによる年産500万トンの直接還元鉄製造を検討しており、今後、当社および三井物産はオマーン国での低炭素鉄源事業の本格的な検討を加速

～ 低炭素な鉄源(HBI)の供給により、日本を始めとした鉄鋼業全体の脱炭素化に寄与 ～

**Midrex Technologies, Inc :** 神戸製鋼の米国100%子会社

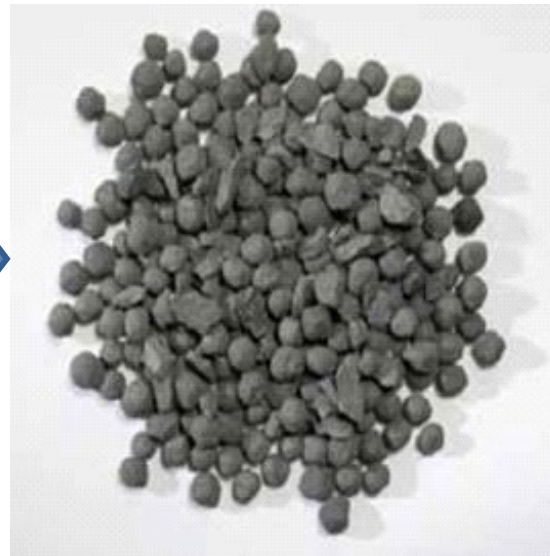
**MIDREX<sup>®</sup>プロセス :** Midrex Technologies.Inc.が有する直接還元製鉄法  
**天然ガス**を改質した還元ガス（水素リッチ）で、鉄鉱石を  
直接還元する還元鉄の製造プロセス

**CO<sub>2</sub>削減 :** 20~40% 削減（「還元鉄・電炉」と「高炉・転炉」の比較）

**豊富な実績 :** 世界の還元鉄生産量の**80%\***、**90基超**の納入実績  
（※天然ガスベースの直接還元鉄）



**MIDREX<sup>®</sup> プラント**



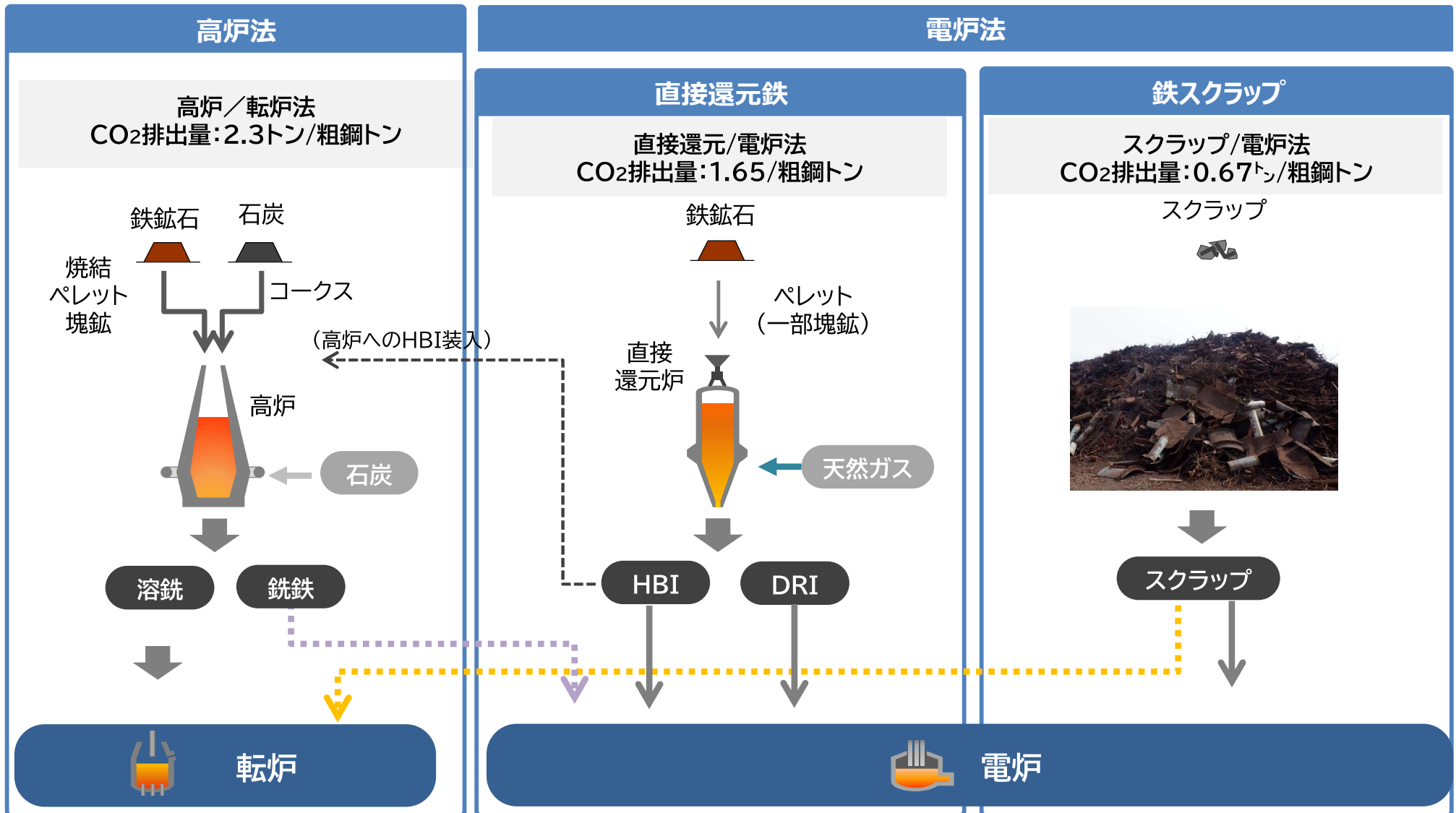
**DRI**



**HBI**  
(Hot Briquetted Iron)  
海上輸送用

# ご参考 鉄鋼業のCO<sub>2</sub>排出 ①プロセス別のCO<sub>2</sub>排出原単位

鉄鋼生産は、大別して高炉法と電炉法の2種類があり、電炉では主に鉄スクラップと直接還元鉄が鉄源として使用される。



CO<sub>2</sub>排出量 出典 : WSA <https://worldsteel.org/publications/bookshop/sustainability-indicators-2022-report/>

# 国内初 低CO<sub>2</sub>高炉鋼材



**Kobenable Steel**

2つの製品メニューで販売

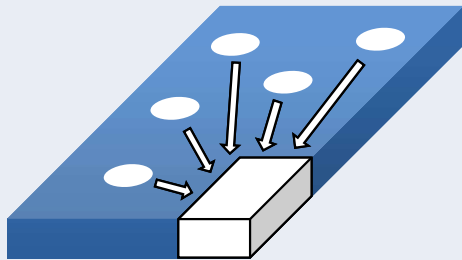
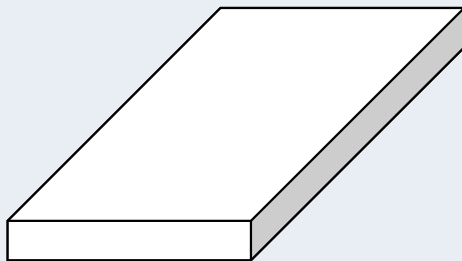

- 100% CO<sub>2</sub>削減品(Kobenable Premier)
- 50% CO<sub>2</sub>削減品(Kobenable Half)

※ 「Kobenable」、「Kobenable Premier」、「Kobenable Half」は、神戸製鋼の商標として登録申請中です。

当社は「マスバランス方式」を採用し、CO<sub>2</sub>排出量低減効果を特定の鋼材に集約することで、Kobenable Premier/Halfの製品化を実現しています。

【低CO<sub>2</sub>鋼材の考え方：3種類】

Kobenable Steelの考え方

	①	②	③
概要	マスバランス方式 製造の過程で混在する脱炭素部分を 集約したもの	脱炭素化されたプロセスで製造され た鋼材	外部クレジット付与 自己の製造工程以外からクレジット を購入し、製品に付与して脱炭 素化したもの
イメージ			
事例	バイオプラスチック(化学) グリーン電力証書(電力)	-	-

## 第三者機関の認証取得

**Kobenable steel**は、英国の認証機関である“DNV BUSINESS ASSURANCE SERVICES UK LIMITED”の認証を取得しています。



DNV

WHEN TRUST MATTERS

### Independent Limited Assurance Report

to the Management of **Kobe Steel Ltd**

Kobe Steel Ltd (KOBELCO) commissioned DNV Business Assurance Services UK Limited. (“DNV”, “us” or “we”) to provide limited assurance over Selected Information used by KOBELCO as the basis for issuing **KOBENABLE STEEL** certificates for CO<sub>2</sub> savings made during the reporting period.



**Our Conclusion:** Based on the procedures we have performed and the evidence we have obtained, nothing has come to our attention that causes us to believe that the Selected Information is not fairly stated and has not been prepared, in all material respects, in accordance with the Criteria. In our opinion the stated CO<sub>2</sub> savings have been prepared in general alignment with the WRI/WBCSD GHG Protocol for Product Lifecycle Accounting and Reporting. KOBELCO customers that purchase green steel certificates can report an equivalent reduction in their Scope 3 emissions in accordance with the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. This conclusion relates only to the Selected Information and is to be read in the context of this Assurance Report, in particular the inherent limitations explained overleaf.

## Kobenable Steelの対象製品

マスバランス方式を採用しているため、当社が加古川製鉄所、神戸線条工場で生産している全ての薄板製品、厚板製品、線材・条鋼製品をKobenable Steelとして提供することが可能です。

※1 DNV社による第三者認証を取得

第三者機関による認証※1



薄板製品



厚板製品



線材・条鋼製品





# Kobenable Steelの活用方法

Kobenable Steelを購入したお客様は、お客様が製造する製品のCO<sub>2</sub>排出量(Scope3)を低減させることが可能です。

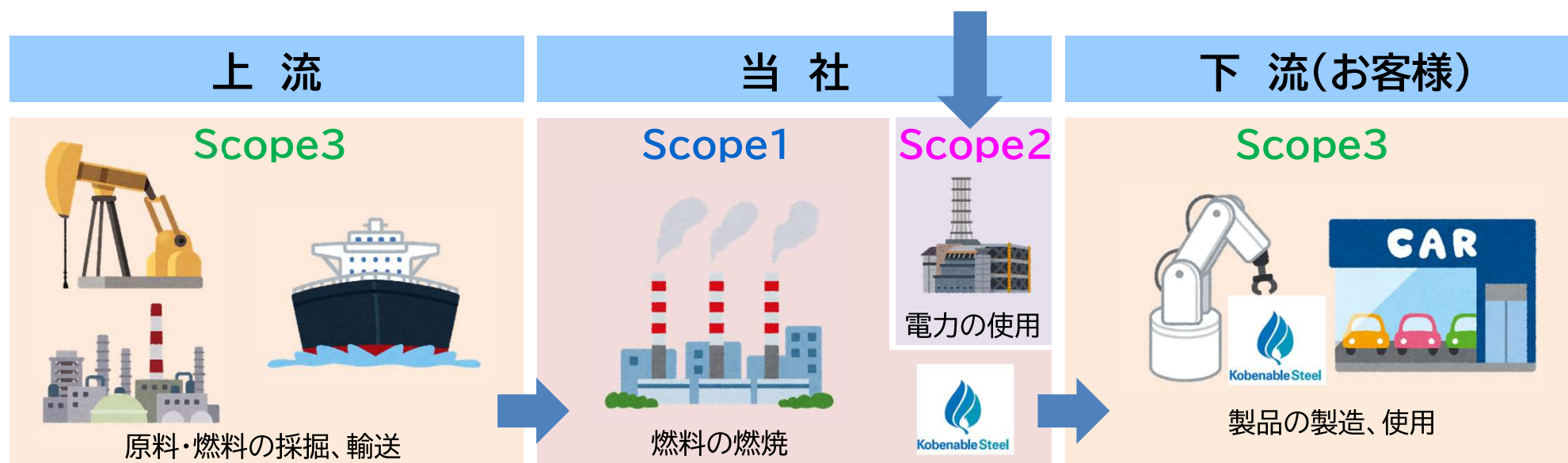
## <CO<sub>2</sub>排出のカテゴリー>

**Scope1**: 自社で燃料を燃焼させることで発生するCO<sub>2</sub>

**Scope2**: 自社で使用した電力(電力会社が発電所で燃料を燃焼させた際に発生するCO<sub>2</sub>)

**Scope3**: 自社が生産活動をするために、上流/下流で発生するCO<sub>2</sub>

【原料・燃料の採掘、輸送、従業員の通勤、製品の使用/廃棄などで発生するCO<sub>2</sub>(全15項目)】



<h2>KOBELCO が 実現したい未来</h2>	<p>「KOBELCOの使命・存在意義」の実行を通じて実現したい社会・未来</p> <p>安全・安心で豊かな暮らしの中で、 今と未来の人々が夢や希望を叶えられる世界。</p>								
<h2>KOBELCO の 使命・存在意義</h2>	<p>KOBELCOグループの社会的存在意義であり、果たすべき使命</p> <p>個性と技術を活かし合い、 社会課題の解決に挑みつづける。</p>								
<h2>KOBELCO の 3つの約束</h2>	<p>KOBELCOグループの社会に対する約束事であり、グループで共有する価値観</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 信頼される技術、製品、サービスを提供します</li> <li>2. 社員一人ひとりを活かし、グループの和を尊びます</li> <li>3. たゆまぬ変革により、新たな価値を創造します</li> </ol>								
<h2>KOBELCO の 6つの誓い</h2>	<p>「KOBELCOの3つの約束」を果たすため、品質憲章とともに全社員が実践する行動規範</p> <table border="0"> <tr> <td>1. 高い倫理観とプロ意識の徹底</td> <td>3. 働きやすい職場環境の実現</td> </tr> <tr> <td>2. 優れた製品・サービスの提供による社会への貢献</td> <td>4. 地域社会との共生</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>品質憲章</b></td> <td>5. 環境への貢献</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6. ステークホルダーの尊重</td> </tr> </table>	1. 高い倫理観とプロ意識の徹底	3. 働きやすい職場環境の実現	2. 優れた製品・サービスの提供による社会への貢献	4. 地域社会との共生	<b>品質憲章</b>	5. 環境への貢献		6. ステークホルダーの尊重
1. 高い倫理観とプロ意識の徹底	3. 働きやすい職場環境の実現								
2. 優れた製品・サービスの提供による社会への貢献	4. 地域社会との共生								
<b>品質憲章</b>	5. 環境への貢献								
	6. ステークホルダーの尊重								

# 将来の見通しに関する注意事項

- 本日のプレゼンテーションの中には、弊社の予想、確信、期待、意向および戦略など、将来の予測に関する内容が含まれています。これらは、弊社が現在入手可能な情報による判断および仮定に基づいており、判断や仮定に内在する不確実性および今後の事業運営や内外の状況変化による変動可能性など様々な要因によって、実際に生じる結果が予測内容とは実質的に異なってしまいう可能性があります。弊社は、将来予測に関するいかなる内容についても、改訂する義務を負うものではありません。
- 上記の不確実性および変動の要因としては、以下に挙げる内容を含んでいます。また、要因はこれらに限定されるわけではありません。
  - ・ 主要市場における経済情勢および需要・市況の変動
  - ・ 主要市場における政治情勢や貿易規制等各種規制
  - ・ 為替相場の変動
  - ・ 原材料のアベイラビリティや市況
  - ・ 競争企業の製品・サービス、価格政策、アライアンス、M&Aなどの事業展開
  - ・ 弊社の提携関係に関する提携パートナーの戦略変化

**KOBELCO**